

## ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПАРОКОМПРЕССОРНЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ В СЕВЕРНЫХ РЕГИОНАХ РОССИИ

Рачковский Н.О.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Татаренко Ю.В.

В последние десятилетия в странах северной Европы, для целей отопления частных домохозяйств используются тепловые насосы. Традиционные способы получения теплоты, основанные на сжигании как возобновляемых источников энергии (древесина), так и не возобновляемых (нефть, газ и т.д.) – применяются всё реже. Получение теплоты традиционными способами негативно сказывается на экологии. Ключевые слова: парокompрессорный тепловой насос, рабочее вещество, параметр, источник низкопотенциальной теплоты

Для работы теплового насоса (ТН) необходимы источник низкопотенциальной теплоты (ИНТ), а также электрическая энергия, расходуемая на сжатие рабочего вещества в компрессоре. ИНТ для ТН является низкопотенциальная теплота, как естественного происхождения (теплота водоёмов, грунта, солнечная радиация), так и антропогенного (канализационные воды, побочная теплота технологического процесса). Электроэнергия, необходимая для работы цикла ТН может быть получена как на традиционным способом, так и альтернативным способом. Иными словами, применение ТН позволяет получать теплоту в автономном режиме.

Эффективность работы установки ТН зависит от ряда параметров. Наибольшее влияние на эксплуатационные параметры ТН оказывает значение необходимой температуры на тёплой стороне, а также значение отопительного коэффициента [1 – 2].

В Российской Федерации ТН практически не применяются в связи с низкой стоимостью углеводородного сырья, а также по причине отсутствия отечественной материально – технической базы для создания таких систем.

Высокие капитальные затраты на строительство газовых и нефтяных трубопроводов могут стать решающим фактором для масштабного применения ТН в отдалённых северных регионах. Обоснование использования ТН в отдалённых северных регионах Российской Федерации будет произведено на примере г. Мурманск.

На рисунке 1 представлено изменение температуры наружного воздуха по месяцам. Данные приняты в соответствии с [3].

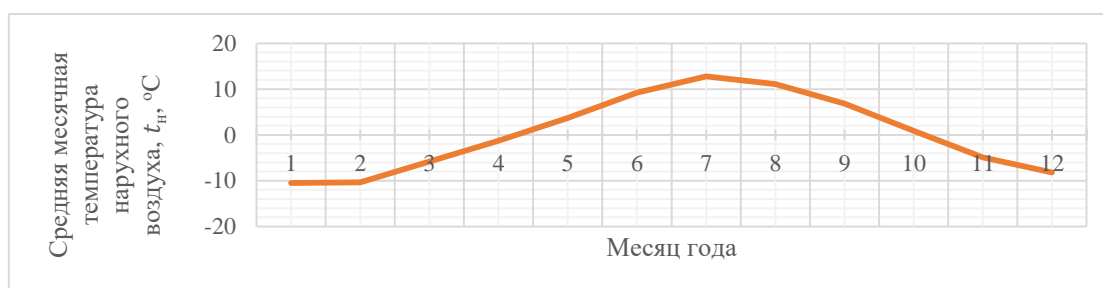


Рисунок 1. Зависимость изменения температуры наружного воздуха по месяцам

Из рисунка 1 видно, что в рассматриваемом городе отрицательные значения температуры держатся 7 месяцев в году, среднегодовая температура составляет  $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а среднегодовой ход температуры составляет  $23,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Приведённые значения температуры говорят о повышенных потребностях региона в отопительных мощностях.

Для сравнения стоимости отопления помещения примем следующие исходные данные: обслуживаемый объект – частное домохозяйство; требуемая величина компенсации тепловых потерь составляет 10 кВт; рассматриваемые системы отопления: электрическими нагревателями, ТН;

Для получения величины потребляемой электрической энергии был проведён расчёт количества потребляемой электрической мощности компрессором ТН на рабочем веществе R410A в зависимости от температуры ИНТ  $t_{ИНТ}$ . Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

$t_{ИНТ},$ °C	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
W, кВт	3,230	3,174	3,118	3,064	3,008	2,952	2,896	2842	2,786	2,730	2,674	2,620	2,564

Для дальнейших расчётов будет использована величина 3,230 кВт.

Продолжительность отопительного периода и расчётная наружная температура воздуха в холодный период года представлены в таблице 2.

Таблица 2

город	продолжительность отопительного периода при температуре менее 10 °C	наружная расчётная температур $t_n, °C$
Мурманск	300	-30

Цена электрической энергии в Мурманской области для населения составляет 2,725 руб. за 1 кВт×ч [4].

Возможные максимальные затраты на отопление объекта будут рассчитаны по формуле:

$$C = N \times n \times Q_{эл} \times c,$$

где  $N$  – количество дней отопительного периода;  $n$  – количество часов;  $Q_{эл}$  – количество потребляемой электрической мощности, кВт;  $c$  – цена 1 кВт×ч электрической энергии.

Значения затрат рассчитаны исходя из наихудших условий: при расчётной температуре наружного воздуха -30 °C. Для электрического нагревателя затраты на электрическую энергию «C» составят 196200 руб. Для ТН затраты на электрическую энергию «C» составят 63373 руб.

Расчётные эксплуатационные затраты при использовании ТН ниже расчётных эксплуатационных затрат, чем при использовании электрического нагревателя в 3,1 раза или на 132827 руб. Срок службы теплового насоса составляет не менее 15 лет (по данным производителей). Экономия средств составит за 15 лет: 1992405 руб. Цена теплового насоса на указанную тепловую мощность составляет примерно 800000 руб. в зависимости от производителя в ценах 2019 года. Расчётный период окупаемости капитальных затрат составляет примерно 6 лет, а действительный период окупаемости капитальных затрат будет более длительным по причине более благоприятных климатических условий.

Применение ТН в России является целесообразным, несмотря на относительно невысокую стоимость традиционных энергетических ресурсов и высокий уровень капитальных затрат, учитывая ежегодную индексацию цен на энергетические ресурсы естественными монополистами.

#### Список литературы

1. Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой.
2. Кигалийская поправка к Монреальскому протоколу по веществам, разрушающим озоновый слой.
3. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*.
4. <http://www.tarif.gov-murman.ru>